

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 31.03.93.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 07.10.94 Bulletin 94/40.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : ALCATEL CIT Société Anonyme —
FR.

72 Inventeur(s) : Erman Marko.

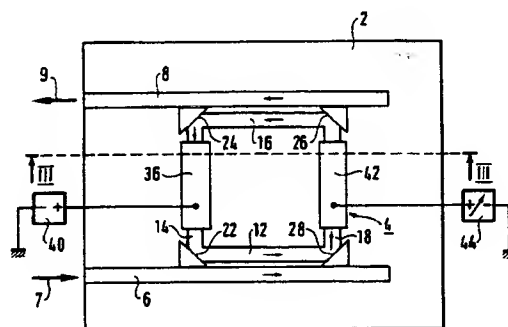
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : SOSPI.

54 Filtre optique à résonateur en anneau.

57 Le résonateur en anneau (4) de ce filtre présente la
forme d'un polygone dont les côtés sont des segments de
guides de lumière (12, 14, 16, 18) et dont les sommets sont
formés par des miroirs (22, 24, 26, 28) raccordant optique-
ment ces segments les uns aux autres. Ces segments et
ces miroirs sont formés dans un substrat semiconducteur
(2). Un de ces segments (14) constitue un amplificateur
pour la lumière qu'il guide et permet de compenser les per-
tes des miroirs. Un autre segment (18) permet d'accorder
le filtre.

L'invention s'applique notamment aux réseaux de télé-
communication optiques.



Filtre optique à résonateur en anneau

Les filtres optiques sont des éléments essentiels de tout système à transmission ou à commutation optique utilisant un multiplexage en longueur d'onde. Dans un tel système un filtre est utilisé pour sélectionner un canal optique parmi un certain nombre de tels canaux. Ce nombre dépend de l'architecture du système et peut varier de deux à plusieurs centaines. En pratique, la limite est très souvent imposée par les performances des composants disponibles.

Des résonateurs de filtres optiques connus sont constitués par une cavité Fabry Perot ou un résonateur en anneau.

La réponse d'un tel filtre est son spectre de transmission. Elle est représentée à titre d'exemple sur la figure 1 sur laquelle les longueurs d'onde λ sont portées en abscisses et les coefficients de transmission T en ordonnées. Elle présente une succession de raies de résonance centrées sur les longueurs d'ondes pour lesquelles, dans le cas d'un résonateur en anneau, la longueur optique du trajet parcouru par la lumière dans un tour de l'anneau est égale à un multiple entier de la longueur d'onde. Le spectre de transmission se caractérise par la bande passante B qui est la largeur à 3dB de chaque raie de résonance et par l'intervalle spectral libre A qui est l'intervalle séparant les longueurs d'onde centrales de deux raies de résonance consécutives. Ces paramètres sont déterminés par la longueur optique de l'anneau c'est-à-dire celle du trajet que la lumière parcourt, et par les pertes qu'elle subit lorsqu'elle fait un tour de l'anneau.

Plus précisément l'intervalle spectral libre A est donné, si on considère des ondes dont la longueur d'onde est voisine d'une valeur moyenne λ , par la relation

$$A = \lambda^2/L$$

L étant une longueur optique totale de l'anneau c'est-à-dire la somme des longueurs optiques des éléments de cet anneau. On sait que la longueur optique d'un tel élément est le

produit $n l$ de sa longueur géométrique l par son indice de réfraction n .

Quant à la largeur de bande B elle est d'autant plus grande que les pertes sont plus grandes.

5 Un filtre se caractérise également par sa finesse, qui est le rapport A/B entre son intervalle spectral libre et sa bande passante. Lorsque on veut utiliser un filtre dans un système fonctionnant sur un grand nombre de canaux spectraux, la finesse de ce filtre doit typiquement être au
10 moins trois fois plus grande que le nombre de ces canaux. Une grande finesse est donc souhaitable. Pour l'obtenir il convient de limiter les pertes et le périmètre de l'anneau.

Par ailleurs, dans de nombreux systèmes utilisant des filtres, il est souhaitable que ces derniers soient
15 accordables et que le temps nécessaire pour obtenir l'accord d'une longueur d'onde de résonance du filtre sur une longueur d'onde imposée par ailleurs soit limité.

Un premier filtre optique accordable connu est décrit dans un article de K. ODA et al (Journal of Lightwave
20 Technology vol 9, n° 6, juin 1991). Il comporte deux résonateurs en anneaux constitués par des guides circulaires formés dans un substrat de silice SiO_2 . Il présente une finesse importante grâce au fait que ces deux résonateurs sont couplés en série et présentent des rayons légèrement
25 différents. Cette finesse est de 182, et l'intervalle spectral libre de 37.2 GHz (environ 0.3 nm).

Ce filtre connu présente l'inconvénient que sa bande passante n'est pas aussi grande que cela est souhaitable dans de nombreux systèmes de télécommunication optique.
30 Compte tenu du fait que sa finesse doit être conservée, une augmentation satisfaisante de cette bande devrait s'accompagner d'une augmentation correspondante de l'intervalle spectral libre, c'est-à-dire d'une diminution importante des rayons des guides circulaires. Ces rayons
35 devraient être restreints à quelques centaines de microns. Mais il est évident que le confinement optique dans des

guides de rayons aussi restreints provoquerait des pertes excessives. L'augmentation satisfaisante de la bande passante n'apparaît donc pas comme possible.

Par ailleurs l'accord de ce premier filtre connu est
5 réalisé par une modification locale de la température des guides circulaires. Le temps nécessaire pour obtenir un accord est alors excessif.

Un deuxième filtre accordable connu est constitué par une fibre optique dont les extrémités ont été rendues
10 fortement réfléchissantes pour constituer une cavité Fabry Perot. Pour réaliser un accord de ce filtre la longueur de la fibre est commandée électriquement grâce à un élément piézoélectrique sur lequel la fibre est placée. De tels filtres ont cependant plusieurs défauts:.

15 . Le temps d'accord est élevé: il se chiffre en plusieurs dizaines de ms.

. Les éléments piézoélectriques demandent des tensions de commande élevées (100V).

. La fiabilité est rendue incertaine par l'utilisation
20 d'éléments piézoélectriques.

. La réalisation du filtre nécessite un assemblage micro-mécanique et optique et n'offre pas de perspective d'intégration.

La présente invention a notamment pour buts:

- 25 - de permettre d'augmenter la bande passante et l'intervalle spectral libre d'un filtre optique,
- de faciliter une réalisation industrielle et une intégration de ce filtre,
- et/ou de permettre un accord rapide de ce filtre.

30 Dans ces buts elle a pour objet un filtre optique à résonateur en anneau, caractérisé par le fait que son résonateur est constitué de segments guidant la lumière et de miroirs la réfléchissant pour raccorder ces segments les uns aux autres au sein d'un substrat semiconducteur, un de
35 ces segments constituant un amplificateur pour la lumière qu'il guide.

A l'aide des figures schématiques ci-jointes, on va décrire plus particulièrement ci-après, à titre d'exemple non limitatif, comment la présente invention peut être mise en oeuvre. Lorsqu'un même élément est représenté sur
5 plusieurs figures il y est désigné par le même signe de référence.

La figure 1 représente la courbe de réponse d'un filtre optique et a déjà été décrite.

La figure 2 représente une vue de dessus d'un premier
10 filtre selon cette invention.

La figure 3 représente une vue de ce premier filtre selon l'invention en coupe selon une ligne III-III de la figure 2.

La figure 4 représente une vue de dessus d'un deuxième
15 filtre selon cette invention.

De manière générale un filtre selon cette invention comporte les éléments suivants qui lui sont communs, quant à leurs fonctions, avec le premier filtre connu précédemment mentionné, et qui sont représentés sur les figures 1 et 2
20 dans le cas du premier filtre selon cette invention:

- Un substrat 2.
- Un résonateur en anneau 4 propre à confiner une onde lumineuse sur un trajet fermé s'étendant dans la matière de ce substrat. Une telle onde se retrouve sensiblement en
25 phase avec elle-même après avoir parcouru ce trajet dans le cas où la longueur optique de ce trajet est sensiblement un multiple entier de la longueur d'onde de cette onde. Dans ce cas cette onde sera appelée ci-après onde résonante de ce résonateur. Les longueurs d'onde des ondes résonantes de ce
30 résonateur appartiennent donc sensiblement à une succession de longueurs d'onde de résonance de ce résonateur. Elles appartiennent plus précisément à des raies de résonances qui sont centrées sur ces longueurs d'onde de résonance et qui présentent une certaine largeur, cette largeur mesurée à mi-
35 hauteur constituant la largeur de bande B du filtre, comme

représenté à la figure 1. Cette succession étant définie par la longueur optique de ce résonateur.

- Des moyens d'entrée du résonateur injectent dans celui-ci au moins une composante d'une lumière incidente à filtrer.

5 Cette lumière est représentée par une flèche 7 et comporte comme telle composante au moins une onde utile propre à constituer une onde résonante de ce résonateur. Ces moyens d'entrée sont par exemple constitués par un guide d'entrée 6 couplé par onde évanescente avec un guide 12 constituant un
10 segment du résonateur.

- Enfin des moyens de sortie de ce résonateur extraient de celui-ci une lumière filtrée 9 constituée par au moins une onde utile qui était contenue dans la lumière à filtrer. Ces moyens de sortie sont par exemple constitués par un guide de
15 sortie 8 couplé par onde évanescente avec un guide 16 constituant un segment du résonateur.

Conformément à la présente invention, la matière du substrat 2 est semiconductrice et le résonateur en anneau 4 comporte les éléments suivants :

20 - Une pluralité de segments 12, 14, 16, 18 constitués par des guides de lumière par exemple rectilignes formés dans cette matière pour guider notamment ladite onde utile. Ces segments provoquent de faibles pertes de la puissance de cette onde.

25 - Une pluralité de miroirs 22, 24, 26, 28 formés dans le substrat pour réfléchir cette onde. Ces miroirs raccordent optiquement les segments les uns aux autres en succession cyclique. De tels miroirs sont bien connus dans la technologie des guides semiconducteurs. Des procédés
30 connus comportant un auto-alignement connus permettent de les réaliser en creux dans le substrat et de les positionner correctement par rapport aux segments avec une grande reproductibilité. L'utilisation de ces miroirs permet de réaliser des résonateurs d'un faible périmètre voisin de
35 quelques centaines de microns conduisant à des intervalles spectraux libre pouvant atteindre le nm. Cependant chacun

d'eux provoque des pertes de la puissance de l'onde utile circulant dans l'anneau et ces pertes sont plus importantes que celles qui sont provoquées par les segments. Elles peuvent être d'environ 1dB par miroir. De telles pertes
5 apparaissent incompatibles avec l'obtention d'une finesse acceptable du filtre.

- Une région active d'amplification 14 s'étend dans le substrat 2. Elle doit être disposée en couplage optique avec un segment du résonateur, ce segment constituant un segment
10 d'amplification 14 de ce dernier. Elle est par exemple confondue avec ce segment. Elle est constituée d'un matériau actif d'amplification présentant une largeur de bande d'énergie interdite telle que ce matériau amplifie ladite onde utile lorsque des porteurs de charge des deux types
15 opposés (p, n) sont injectés dans ce matériau.

- Deux couches d'injection d'amplification 32, 34 présentant les deux types de semiconduction opposés (p, n) sont situées dans le substrat de part et d'autre de la région active d'amplification 14 pour fournir les porteurs de charge des
20 deux types opposés, respectivement.

- Deux électrodes d'amplification 36, 38 permettent de faire passer dans le substrat 2 un courant électrique d'amplification propre à injecter les porteurs de charge des deux types opposés dans la région active d'amplification 14
25 à partir des deux couches d'injection d'amplification 32, 34, respectivement.

- Enfin une source d'alimentation d'amplification 40 fournit ce courant électrique d'amplification. L'intensité de ce courant est choisie de manière que le segment
30 d'amplification 14 constitue au moins pour l'onde utile un amplificateur semiconducteur présentant un gain suffisamment grand pour compenser au moins partiellement les pertes de puissance provoquées par les miroirs. Ce gain doit cependant être suffisamment petit pour pas compenser la totalité des
35 pertes de puissance provoquées dans le résonateur.

Plus précisément le gain du segment amplificateur et l'intensité correspondante du courant électrique d'alimentation sont ajustés pour conférer au filtre la bande passante désirée. Dans le cas où cette bande passante
5 devrait être commandée, la source d'alimentation d'amplification serait elle même commandée.

Plus particulièrement, dans le cas typique où il est utile que le filtre soit accordable, et comme représenté, le résonateur comporte encore les éléments suivants:

- 10 - Une région active d'accord 18 s'étendant dans le substrat 2. Cette région doit être en couplage optique avec un segment du résonateur, ce segment étant différent du segment d'amplification et constituant un segment d'accord 18. Elle est par exemple confondue avec ce segment d'accord. Elle est
15 constituée d'un matériau actif d'accord dont l'indice de réfraction est commandé par une grandeur d'accord de nature électrique telle qu'un courant ou un champ électrique. Une largeur de bande d'énergie interdite de ce matériau est par exemple telle que ce matériau ne peut pas amplifier ladite
20 onde utile et qu'un indice de réfraction de ce matériau est modifié lorsque des porteurs de charge des deux types opposés sont injectés dans ce matériau ou en sont extraits de manière à y modifier la densité de ces porteurs. Dans ce cas deux couches d'injection d'accord 32, 34 de dopages
25 opposés sont situées de part et d'autre de la région active d'accord 18 pour fournir et recevoir les porteurs de charge des deux types opposés, respectivement.
- Deux électrodes d'accord 38, 42 permettent de commander cette grandeur d'accord. Elles permettent par exemple de
30 faire passer dans le substrat un courant électrique d'accord propre à injecter les porteurs de charge des deux types opposés dans la région active d'accord 18 à partir des deux couches d'injection d'accord 32 et 34. Un tel courant pourrait aussi être prévu pour extraire ces porteurs de
35 cette région.

- Enfin des moyens de commande d'accord 44 extérieurs au substrat 2 commandent la grandeur d'accord par l'intermédiaire des électrodes d'accord. Il s'agit par exemple d'une source qui fournit et permet de commander le courant électrique d'accord de manière à commander l'indice de réfraction et donc la longueur optique du segment d'accord 18. Ces moyens permettent ainsi de commander la longueur optique totale du résonateur et donc la position spectrale de la succession de longueurs d'onde de résonance de ce dernier. Un tel accord peut se faire en une dizaine de nanosecondes si la grandeur d'accord est un courant électrique. Il peut se faire en un temps inférieur à la nanoseconde dans le cas de l'extraction de porteurs ou de l'application d'un champ électrique.

Plus particulièrement encore, dans chacun des filtres selon la présente invention, par exemple dans le premier, le résonateur en anneau comporte quatre segments disposés en rectangle, à savoir un segment d'entrée 12, le segment amplificateur 14, un segment de sortie 16, et le segment d'accord 18. Il comporte aussi quatre miroirs 22, 24, 26 et 28 disposés aux sommets de ce rectangle.

Le deuxième filtre selon la présente invention comporte un premier et un deuxième résonateurs en anneaux comportant chacun des éléments analogues à tous les éléments précédemment décrits du résonateur 4 du premier filtre. De manière générale chaque fois qu'un élément de ce deuxième filtre est analogue à un élément de ce premier filtre, il est désigné par le même numéro de référence augmenté de 100, sauf dans le cas où il s'agit d'un élément du deuxième résonateur de ce deuxième filtre, auquel cas le numéro de référence est augmenté de 200.

Plus précisément ce deuxième filtre selon l'invention comporte notamment les éléments suivants représentés à la figure 4:

- Un premier 104 et un deuxième 204 résonateurs en anneau

tels que précédemment décrit sont formés dans un même substrat 102.

- Des moyens d'entrée de filtre 106, 112 constituent desdits moyens d'entrée du premier résonateur 104.
 - 5 - Des moyens de couplage intermédiaire 116, 212 couplant optiquement ces deux résonateurs 104, 204 constituent à la fois desdits moyens de sortie du premier résonateur 104 et desdits moyens d'entrée du deuxième résonateur 204.
 - Des moyens de sortie de filtre 108, 216 constituent
10 desdits moyens de sortie du deuxième résonateur 204. Ces moyens de sortie de filtre permettent d'extraire de ce résonateur et de ce filtre une lumière deux fois filtrée dont chaque composante constitue à la fois une dite onde utile qui était présente dans la lumière d'entrée, une onde
15 résonante de ce premier résonateur et une onde résonante de ce deuxième résonateur.
 - Enfin des moyens de commande 144, 244 commandent indépendamment les grandeurs d'accord des deux résonateurs. Ils comportent pour cela par exemples deux sources
20 d'alimentation d'accord 144 et 244 pour fournir deux courants électriques d'accord indépendants à ces deux résonateurs alors qu'une même source d'alimentation d'amplification 140 peut être utilisée pour ces deux résonateurs dont les bandes passantes peuvent ainsi être
25 maintenues égales.
- Par ailleurs les éléments 112, 114, 116, 118, 122, 124, 126 et 128 du résonateur 104 sont analogues aux éléments 12, 14, 16, 18, 22, 24, 26, 28 du résonateur 4, c'est-à-dire qu'ils assurent les mêmes fonctions déjà décrites que ces éléments
30 du résonateur 4, et il en est de même des éléments 212, 214, 216, 218, 222, 224, 226 et 228 du résonateur 204, respectivement.

REVENDECATIONS

- 1) Filtre optique à résonateur en anneau, caractérisé par le fait que son résonateur (4) est constitué de segments (12, 14, 16, 18) guidant la lumière et de miroirs (22, 24, 26, 28) la réfléchissant pour raccorder ces segments les uns aux autres au sein d'un substrat semiconducteur (2), un de ces segments (14) constituant un amplificateur pour la lumière qu'il guide.
- 2) Filtre selon la revendication 1 comportant
- 10 - un substrat (2),
- un résonateur en anneau (4) propre à confiner une onde lumineuse sur un trajet fermé s'étendant dans la matière de ce substrat pour que cette onde se retrouve sensiblement en phase avec elle-même après avoir parcouru ce trajet si elle
- 15 constitue une onde résonante de ce résonateur, les longueurs d'onde des ondes résonantes de ce résonateur appartenant sensiblement à une succession de longueurs d'onde de résonance de ce résonateur, cette succession étant définie par une longueur optique de ce résonateur,
- 20 - des moyens d'entrée (6, 12) de ce résonateur pour permettre l'entrée dans celui-ci d'au moins une onde utile présente dans une lumière incidente à filtrer et propre à constituer une onde résonante de ce résonateur,
- et des moyens de sortie (8, 16) de ce résonateur pour
- 25 extraire de celui-ci une lumière filtrée constituée par au moins une dite onde utile,
- ce filtre étant caractérisé par le fait que ladite matière du substrat (2) est semiconductrice, ledit résonateur en anneau (4) comportant :
- 30 - une pluralité de segments (12, 14, 16, 18) constitués par des guides de lumière formés dans cette matière pour guider ladite onde utile, ces segments pouvant provoquer des pertes de la puissance de cette onde,
- une pluralité de miroirs (22, 24, 26, 28) formés dans le
- 35 substrat pour réfléchir cette onde de manière à raccorder optiquement ces segments les uns aux autres en succession

cyclique, chacun de ces miroirs provoquant des pertes de la puissance de cette lumière,

- une région active d'amplification (14) s'étendant dans le substrat en couplage optique avec un segment appartenant à ce résonateur et constituant un segment d'amplification (14) de ce dernier, cette région étant constituée d'un matériau actif d'amplification présentant une largeur de bande d'énergie interdite telle que ce matériau amplifie ladite onde utile lorsque des porteurs de charge des deux types opposés (p, n) sont injectés dans ce matériau,
 - deux couches d'injection d'amplification (32, 34) présentant les deux types de semiconduction opposés (p, n) et situées dans ce substrat de part et d'autre de ladite région active d'amplification (14) pour fournir lesdits porteurs de charge des deux types opposés, respectivement,
 - deux électrodes d'amplification (36, 38) de ce résonateur pour faire passer dans le substrat (2) un courant électrique d'amplification propre à injecter lesdits porteurs de charge des deux types opposés dans ladite région active d'amplification (14) à partir des deux couches d'injection d'amplification (32, 34), respectivement,
 - et une source d'alimentation d'amplification (40) pour fournir ce courant électrique d'amplification de manière que le segment d'amplification (14) constitue pour ladite onde utile un amplificateur semiconducteur présentant un gain suffisamment grand pour compenser au moins partiellement des pertes de puissance provoquées par lesdits miroirs et suffisamment petit pour pas compenser la totalité des pertes de puissance provoquées dans le résonateur.
- 3) Filtre selon la revendication 2 caractérisé par le fait que ledit résonateur en anneau comporte en outre :
- une région active d'accord (18) s'étendant dans le substrat (2) en couplage optique avec un segment appartenant à ce résonateur et constituant un segment d'accord (18) de ce dernier, cette région étant constituée d'un matériau actif d'accord dont l'indice de réfraction est commandé par

une grandeur d'accord elle même commandable à partir de l'extérieur du substrat,

- et des moyens de commande d'accord (44) extérieurs au substrat (2) commandant cette grandeur d'accord de

5 manière à commander la longueur optique du segment d'accord (18) et ladite succession de longueurs d'onde de résonance de ce résonateur.

4) Filtre selon la revendication 3 caractérisé par le fait que ledit résonateur en anneau comporte quatre segments (12,
10 14, 16, 18) et quatre miroirs (22, 24, 26, 28).

5) Filtre selon la revendication 3 caractérisé par le fait qu'il comporte :

- un premier (104) et un deuxième (204) dits résonateurs en anneau formés dans ledit substrat (102),

15 - des moyens d'entrée de filtre (106, 112) constituant lesdits moyens d'entrée du premier résonateur (104),

- des moyens de couplage intermédiaire (116, 212) couplant optiquement ces deux résonateurs (104, 204) pour constituer à la fois lesdits moyens de sortie du premier résonateur

20 (104) et lesdits moyens d'entrée du deuxième résonateur (204),

- des moyens de sortie de filtre (108, 216) constituant lesdits moyens de sortie du deuxième résonateur (204), pour extraire de ce résonateur et de ce filtre une lumière deux
25 fois filtrée dont chaque composante constitue à la fois une dite onde utile, une onde résonante de ce premier résonateur et une onde résonante de ce deuxième résonateur,

- et des moyens de commande (144, 244) pour commander indépendamment les grandeurs d'accord des deux résonateurs.

1/2

FIG. 1

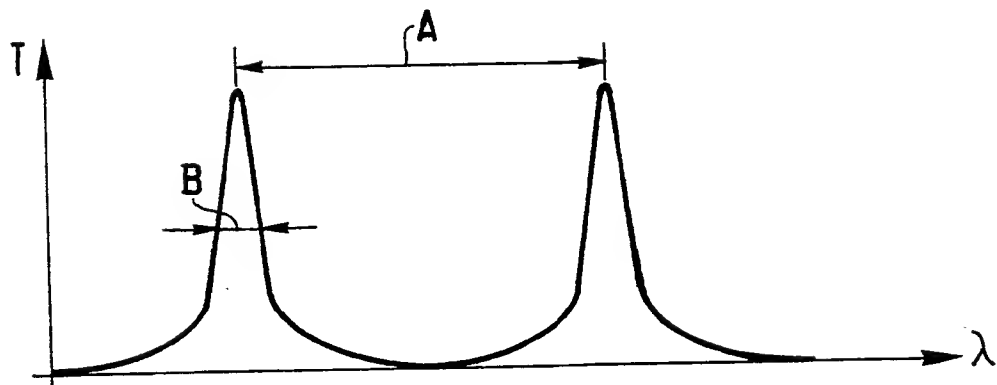
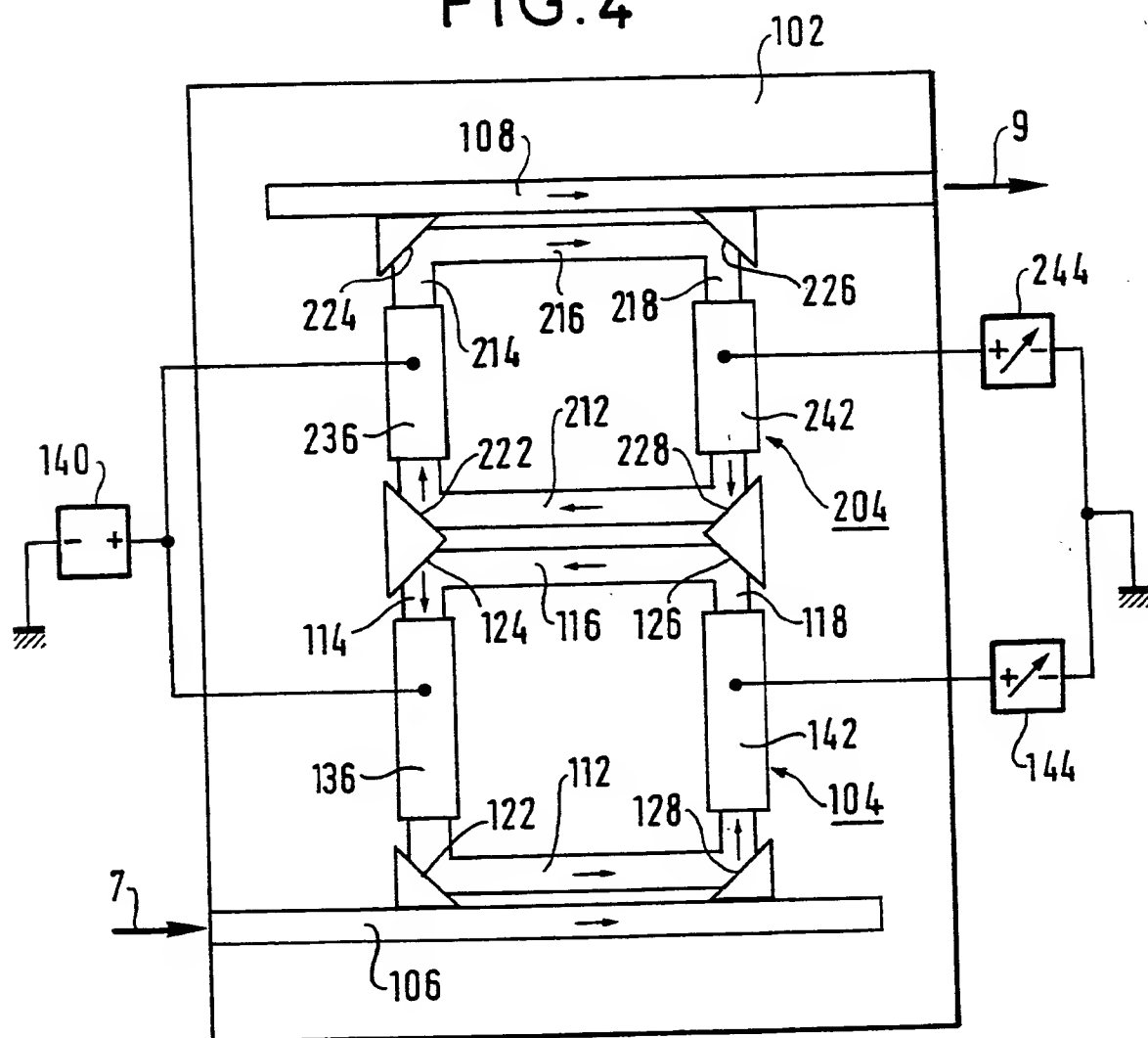


FIG. 4



2/2

FIG. 2

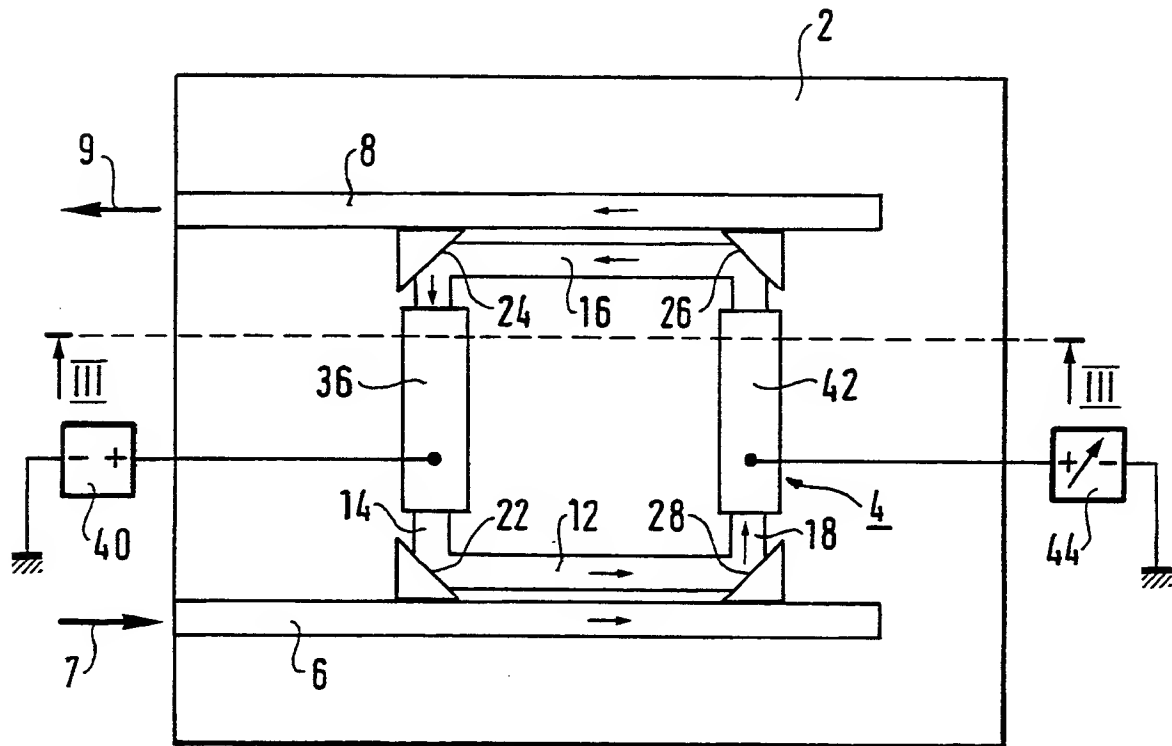
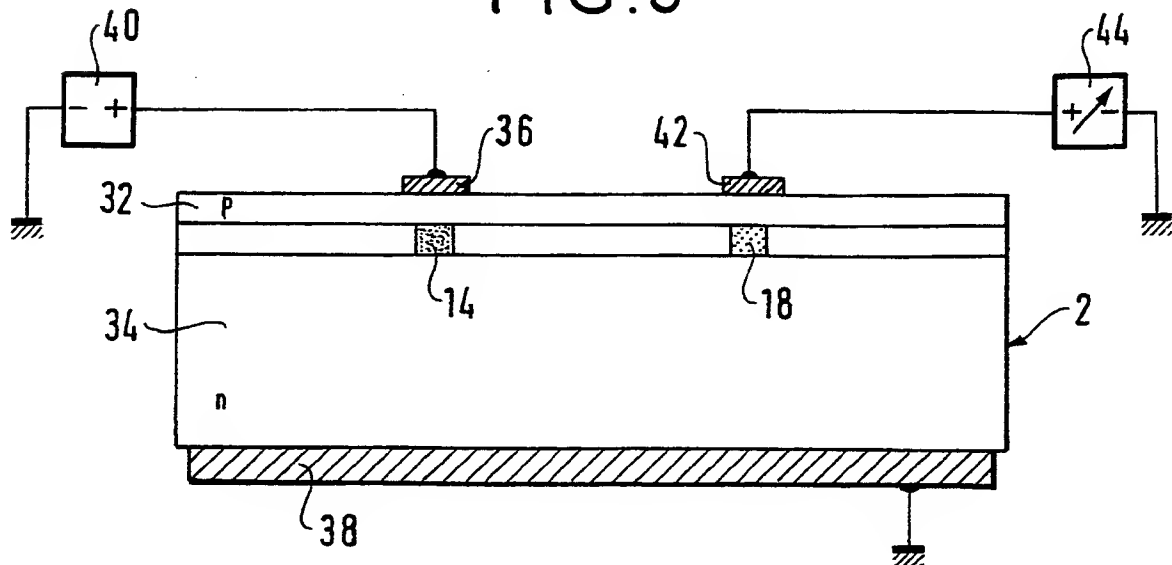


FIG. 3



INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFA 484072
FR 9303766

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D,A	JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY vol. 9, no. 6, Juin 1991, NEW YORK US pages 728 - 736 XP000206710 K.ODA ET AL. 'A wide-FSR waveguide double-ring resonator for optical FDM transmission system' * figure 1 *	1
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 305 (P-1380)6 Juillet 1992 & JP-A-04 084 129 (NEC CORP) 17 Mars 1992 * abrégé *	1
A	--- IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS vol. 3, no. 7, Juillet 1991, NEW YORK US pages 588 - 590 XP000218317 S.OKU ET AL. 'Low-threshold cw operation of square-shaped semiconductor ring lasers (Orbiter laser)' * abrégé *	1
A	--- IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS vol. 2, no. 6, Juin 1990, NEW YORK US pages 401 - 403 XP000147993 T.NUMAI '1.5 um optical filter using a two-section Fabry-Perot laser diode with wide tuning range and high constant gain' * abrégé; figure 1 *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.C1.5)
		H01S H04J H04B
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
15 Décembre 1993		Galanti, M
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

2

EPO FORM 1503 03.92 (P04C13)